3A

УДК 629.735.083.06

Аль-Аммори Али, Л.В. Харитонова
Национальный транспортный университет, г. Киев, Украина

Исследование возможностей повышения эффективности применения микроконтроллера в информационно-управляющих системах

Al-Ammouri Ali, L.V. Kharitonova
National Transport University, Kiev, Ukraine

Investigation of the Possibilities to Increase the Efficiency of the Microcontroller in the Information Control Systems

Аль-Амморі Алі, Л.В. Харитонова
Національний транспортний університет, м. Київ, Україна

Дослідження можливостей підвищення ефективності застосування мікроконтролера в інформаційно-керуючих системах

В статье изложены основные вопросы последовательного информационного резервирования и их реализации с помощью микроконтроллера. Получены математические зависимости учета вероятностей ложной тревоги и необнаружения контролируемого явления. Приводится оценка экономической эффективности и показаны способы ее повышения с помощью микроконтроллера.
Ключевые слова: эффективность, достоверность информации, микроконтроллер.

The article outlines the main issues of consistent information redundancy and their implementation using a microcontroller. The mathematical probabilities depending excluding false alarms and undetected controlled conditions. The evaluation of cost-effectiveness and shows ways of enhancing it with a microcontroller.
Keywords: efficiency, accuracy of information, the microcontroller.

У статті викладені основні питання послідовного інформаційного резервування та їх реалізації за допомогою мікроконтролера. Отримано математичні залежності обліку ймовірностей помилкової тривоги і не виявлення контрольованого явища. Наводиться оцінка економічної ефективності і показані способи її підвищення за допомогою мікроконтролера.
Ключові слова: ефективність, достовірність інформації, мікроконтролер.

Введение

Применение микроконтроллера для управления и контроля сложными производственными процессами позволяет обрабатывать в реальном масштабе времени информацию, поступающую одновременно от многих источников и датчиков информации, и восстанавливать данные в аналоговой форме на выходе микроконтроллера, а также распределять их между различными потребителями (исполнительными устройствами). При этом микроконтроллер производит целый ряд важных операций:

1) обеспечивает циклический и адресный опрос источников информации (ИИ) датчиков;

2) определяет истинные значения измеряемых величин по показаниям ИИ и датчиков;

3) распознает или обнаруживает события;

4) производит цифровое управление и регулирование в информационно-управляющих системах (ИУС) и устройствах;

5) обеспечивает адаптивное оптимальное управление с использованием обратной связи;

6) производит статистическую обработку информации.

Для осуществления эффективного и качественного управления производственным процессом в ИУС необходима достоверная информация, которую зачастую бывает очень сложно получить вследствие помех и некачественных источников информации (ИИ), неточных измерителей контролируемых параметров, ненадежных датчиков и т.п.

Цель работы – обеспечение достоверности информации способом последовательного информационного резервирования с помощью микроконтроллера.

Объект исследования: информационно-управляющие системы контроля, распознавания и локализации опасных отказов.

Информационное резервирование – это способ обеспечения эффективности ИУС за счет введения резервирования по информационным признакам этих систем.

Последовательное информационное резервирование – это способ обеспечения эффективности ИУС, при котором один и тот же источник информации запрашивается n раз, и принимается решение по такому же принципу m из n, если на каждые n запрашиваний m раз подтверждается наличие контролируемого явления.

Основная часть

Можно показать, что информационные системы, выполненные на основе микропроцессорной техники, позволяют существенно повысить достоверность информации, поступающей от недостоверных источников. Известно, что в информационных системах достоверность информации повышается с увеличением числа n ИИ. Абстрактно это можно предоставить как симметричный канал связи с вероятностью p правильной передачи сообщения и с вероятностью ложной тревоги (ЛТ) и необнаружения (НО), которые для симметричного канала равны и равны $1-p$. Чем меньше вероятность ЛТ и НО, тем выше достоверность информации [1]. Для системы из n ИИ вероятность ЛТ и НО будут равны $(1-p)^n$.

С применением микропроцессорной техники данные от одного ИИ можно запоминать и повторно снимать k раз. Для обеспечения независимости повторных съемов данных их надо вводить в микроконтроллер с интервалом времени t_k корреляции случайного контролируемого процесса. При этом, число $k=\frac{t_c}{t_k}$, где t_c – допустимое время старения информации [2]. Поскольку при этом повторные съемы данных от одного и того же ИИ будет независимы, то вероятность $q_{лт}$ ЛТ и $q_{но}$ НО можно определить по формуле Байеса [3]:

$$\left.\begin{aligned} q_{лт}&=\frac{(1-\alpha)\cdot(1-p)}{\alpha\cdot p+(1-\alpha)(1-p)} \\ q_{но}&=\frac{\alpha\cdot(1-p)}{(1-\alpha)\cdot p+\alpha(1-p)} \end{aligned}\right\}, \qquad (1)$$

где α – априорная вероятность ожидаемого события.

Если ввести обозначение $V=\frac{(1-\alpha)}{\alpha}$ и $W=\frac{(1-p)}{p}$, то формулы (1) можно записать так:

$$\left.\begin{aligned} q_{лт} &= \frac{V\cdot W}{(1+VW)} \\ q_{но} &= \frac{W}{(V+W)} \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

На практике очень часто априорная вероятность неизвестна и принимается равной $\alpha = 0.5$, поэтому в формулах (2) будет $V=1$, и тогда $q_{лт}=q_{но}=q=\frac{W}{(1+W)}$, т.е. вероятности ЛТ и НО равны и равны q.

При k повторных съемах данных от одного и того же ИИ величина вероятности q_k будет определяться выражением $q_k=\frac{W^k}{(1+W^k)}$. Можно показать, что каждый съем данных понижает вероятность ЛТ и НО (а это означает повышение достоверности информации) в M раз в соответствии с зависимостью:

$$M=\frac{q_{k-1}}{q_k}=\frac{1+W^k}{W(1+W^{k-1})} \qquad (3)$$

При качественных ИИ $W \to 0$, поэтому формулу (3) можно упростить:

$$M=\lim_{W\to 0}\frac{1+W^k}{W(1+W^{k-1})}=\frac{1}{W} \qquad (4)$$

Согласно выражению (4), при k повторных съемах информации вероятности ЛТ и НО понижаются в $\frac{1}{W^k}=\frac{p^k}{(1-p)^k}$ раз.

Соответственно, нетрудно показать, что для информационной системы, состоящей из n независимых ИИ, вероятности ЛТ и НО понижаются в $\frac{1}{(1-p)^n}$ раз.

При заданном коэффициенте понижения M вероятности ЛТ и НО можно найти требуемые значения параметров n и k информационной системы:

$$\left.\begin{aligned} n &> \frac{-\ln M}{\ln(1-p)} \\ k &> \frac{-\ln M}{\ln(1-p)-\ln p} \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

Из формулы (5) можно найти коэффициент соотношения N величин k и n:

$$N=\frac{k}{n}=\frac{\ln(1-p)}{\ln(1-p)-\ln p} \qquad (6)$$

Применение некоррелированных k съемов данных от одного и того же ИИ в

информационной системе, состоящей из n ИИ, равносильно увеличению системы на число $n_э$ эквивалентных ИИ, определяемое согласно выражению (6) формулой $n_э = \frac{k(n-1)}{N}$. Если при этом учесть стоимость C одного ИИ, то несложно оценить экономическую эффективность $Э_ф = C \cdot n_э$ последовательного информационного резервирования, которое можно легко реализовать на основе микропроцессорной техники.

На практике число k ограничено временем старения информации t_c и временем t_k корреляции двух смежных съемов данных. В среднем $t_k = 4$.

В качестве примера нетрудно показать, что при $1 - p = 0.05$ и $V = 1$ для информационной системы из четырех ИИ достоверность информации повышается в 10^3 раз. Если же в этой системе применять последовательный съем данных по четыре раза для каждого ИИ, то согласно формуле (3) достоверность информации при этом повысится в 10^7 раз, т.е. на четыре порядка. При этом $Э_ф = 12$, т.е. к четырем ИИ как бы добавляется 12 эквивалентных ИИ. Это и есть неиспользованный резерв, который несложно реализовать на основе микропроцессорной техники.

Разумеется, приведенные выкладки получены с учетом абстрактных идеализированных условий. Практические результаты, очевидно, будут несколько ниже. Тем не менее, на практике существуют конкретные микроконтроллеры, например, в информационно-управляющих системах, позволяющие существенно повышать достоверность информации при обработке полученных данных по критерию k из m, согласно которому в реальном масштабе времени постоянно контролируется k благоприятных исходов из m контролируемых запросов в информационно-управляющих системах.

Выводы

1. Способ последовательного резервирования позволяет существенно снизить вероятность ложной тревоги при «незначительных» экономических затратах, однако применение этого способа ограничивается временем старения информации и корреляционными связями случайных самоустраняющихся отказов техники.

2. Последовательное информационное резервирование можно легко реализовать на микроконтроллерах, которые в настоящее время находят широкое применение.

Список литературы

1. Соченко П.С. Способы повышения достоверности информации в системах управления / П.С. Соченко, О.М. Аль-Аммори, Аль-Аммори Али. – Киев, 1998. – 30 с. – (Препр. НАН Украины, Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова).
2. Аль-Аммори Али. Оценка эффективности информационно-управляющих систем распознавания опасных полетных ситуаций / Али Аль-Аммори // Информационно-управляющие системы. – СПб., 2008. – № 6. – С. 16-21.
3. Справочник по вероятностным расчетам / Абезгаус Т.Т., Тронь А.П. и др. – М. : Воениздат, 1989. – 656 с.

References

1. Sochenko P.S. Sposoby povysheniya dostovernosti informacii v sistemah upravleniya / P.S. Sochenko, O.M. Al'-Ammori, Al'-Ammori Ali. – Kiev, 1998. – 30 s. – (Prepr. NAN Ukrainy, In-t kibernetiki im. V.M. Glushkova).

2. Al'-Ammori Ali. Ocenka effektivnosti informacionno-upravlyayuschih sistem raspoznavaniya opasnyh poletnyh situacii / Ali Al'-Ammori // Informacionno-upravlyayuschie sistemy. – SPb., 2008. – № 6. – S. 16-21.
3. Spravochnik po veroyatnostnym raschetam / Abezgaus T.T., Tron' A.P. i dr. – M. : Voenizdat, 1989. – 656 s.

RESUME

Al-Ammouri Ali, L.V. Kharitonova

Investigation of the Possibilities to Increase the Efficiency of the Microcontroller Application in the Information Control Systems

The paper discusses general issues of microcontroller application in information and control systems control, recognition and fault localization. Effective and quality control in the manufacturing process information and control systems need reliable information, which can be very difficult to obtain due to interference and poor quality information sources of information, inaccurate gauges monitored parameters, unreliable sensors.

Shown that information systems made on the basis of microprocessor technology, which significantly improves the accuracy of the information in a manner consistent backup. At k-repeated removal of data from the same sources of information obtained mathematical relationships suppression probability of false alarm and undetection in $M = \frac{q_{k-1}}{q_k} = \frac{1+W^k}{W(1+W^{k-1})}$ times and thereby increasing the accuracy of the information. For information system consisting of independent N and AI-variable, probability of false alarm and not detecting drop in $\frac{1}{(1-p)^n}$ times. An analysis of cost-effectiveness $Э_ф = C \cdot n_э$ is provided and proved that when comparing the information system of the four sources of information and data consistent pickup four times for each data source, the efficiency is increased by 12 times, as evidenced the appropriateness of the method.

Статья поступила в редакцию 23.12.2013.